

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 05 SEP 2003

WIPO

PCT

PCT/EP03/7916

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

102 51 342.2

**Anmeldetag:**

05. November 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Aloys W o b b e n, Aurich/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren und Vorrichtung zum Entsalzen von  
Wasser mit Druckabfallüberbrückung

**IPC:**

B 01 D, C 02 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 07. August 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Klustermeyer

**Bremen**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Günther Eisenführ  
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser  
Dr.-Ing. Werner W. Rabus  
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt  
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken  
Jochen Ehlers  
Dipl.-Ing. Mark Andres  
Dipl.-Chem. Dr. Uwe Stilkenböhmer  
Dipl.-Ing. Stephan Keck  
Dipl.-Ing. Johannes M. B. Wasiljeff

Rechtsanwälte  
Ulrich H. Sander  
Christian Spintig  
Sabine Richter  
Harald A. Förster

**Martinistrasse 24**  
**D-28195 Bremen**  
Tel. +49-(0)421-36 35 0  
Fax +49-(0)421-337 8788 (G3)  
Fax +49-(0)421-328 8631 (G4)  
mail@eisenfuhr.com  
http://www.eisenfuhr.com

**Hamburg**  
Patentanwalt  
European Patent Attorney  
Dipl.-Phys. Frank Meier

Rechtsanwälte  
Rainer Böhm  
Nicol A. Schrömgens, LL. M.

**München**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Phys. Heinz Nöth  
Dipl.-Wirt.-Ing. Rainer Fritsche  
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Gers  
Dipl.-Ing. Olaf Ungerer  
Patentanwalt  
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

**Berlin**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Henning Christiansen  
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen  
Dipl.-Ing. Jutta Kaden

**Alicante**  
European Trademark Attorney  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Bremen, 4. November 2002

Unser Zeichen: W 2824 STK/cmu  
Durchwahl: 0421/36 35 694

Anmelder/Inhaber: WOBEN, Aloys  
Amtsaktenzeichen: Neuanmeldung

Aloys Wobben  
Argestraße 19, 26607 Aurich

Verfahren und Vorrichtung zum Entsalzen von Wasser mit Druckabfallüberbrückung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine korrespondierende Vorrichtung zum kontinuierlichen Entsalzen von Wasser durch Umkehrosmose, insbesondere zum Entsalzen von Meerwasser.

- 5 Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise in der WO 02/41979 A1 beschrieben. Dabei wird das Salzwasser unter einem ersten Druck in eine Druckausgleichsvorrichtung eingeleitet und von dort unter einem zweiten, höheren Druck in ein Membranmodul geleitet. In dem Membranmodul erfolgt die Trennung in entsalztes Wasser und konzentriertes Salzwasser. Das ausgeleitete konzentrierte Salzwasser, das
- 10 etwa noch den zweiten Druck aufweist, wird wieder in die Druckausgleichsvorrichtung kontinuierlich eingeleitet und dort zur Beaufschlagung des in die Druckausgleichsvorrichtung eingeleiteten Salzwassers mit etwa dem zweiten Druck und zur Einleitung des Salzwassers in das Membranmodul benutzt. Speziell weist die darin beschriebene Druckausgleichsvorrichtung zwei gegenphasig arbeitende Kol-

ben/Zylinder-Vorrichtungen auf, deren Kolben durch eine zusätzlich angetriebene Kolbenstange fest miteinander verbunden sind.

Bei derartigen nach dem Prinzip der Umkehrosmose arbeitenden Entsalzungsanlagen erfolgt die Trennung in konzentriertes Salzwasser und entsalztes Wasser an einer in dem Membranmodul befindlichen sogenannten „Crossflow“-Membran. Bei einer solchen Membran fließt das eingeleitete Salzwasser auf der Oberfläche der Membran entlang, während ein Teil davon als entsalztes Wasser (Trinkwasser) in einer Richtung senkrecht dazu durch die Membran hindurchtritt. Diese sich kreuzenden Wasserströmungen werden auch als „Crossflow“ bezeichnet. Die Strömung auf der Membranoberfläche spült dabei auch unerwünschte Fremdkörper auf der Membranoberfläche fort und bewirkt somit also eine kontinuierliche Reinigung der Membran.

Bei der bekannten Ausgestaltung der Entsalzungs Vorrichtung mit zwei Kolben/Zylinder-Vorrichtungen ist zwar im Moment der Umschaltung der Bewegungsrichtung der Kolben ein ausreichend hoher Druck vorhanden, um weiter Wasser durch die Membran zu pressen und damit entsalztes Wasser zu erzeugen. Allerdings ist festgestellt worden, dass der „Crossflow“ im Umschaltmoment zusammenbricht. Dadurch wird die Membran in diesem Moment nicht mehr ausreichend gespült, so dass es zu einer Aufkonzentrierung von Salzmolekülen auf der Membranoberfläche kommen kann, die zu einem Anstieg des osmotischen Drucks und damit des Betriebsdrucks bis hin zur Ausbildung einer Salzkruste auf der Membranoberfläche und einer dauerhaften Betriebsunterbrechung führen kann.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei den bekannten Verfahren und Vorrichtungen zum kontinuierlichen Entsalzen von Wasser durch Umkehrosmose, die mit einem beschriebenen Membranmodul arbeiten, Maßnahmen zur Vermeidung der beschriebenen Probleme vorzusehen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1, das dadurch gekennzeichnet ist, dass eine kontinuierliche Strömung des in das Membranmodul eingeleiteten Salzwassers über die Membranoberfläche der Membran mittels aus einem Speicher ausgeleitetem Wasser aufrecht erhalten wird.

Eine entsprechende Vorrichtung zur Lösung der beschriebenen Probleme ist in Anspruch 4 angegeben. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Unteransprüchen angegeben.

- 5 Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass die beschriebenen Probleme, insbesondere eine Betriebsunterbrechung aufgrund einer Verschmutzung der Membranoberfläche oder gar einer Beschädigung der Membran, vermieden werden können, indem die Strömung über die Membran durch geeignete Mittel kontinuierlich aufrechterhalten wird. Dazu wird erfindungsgemäß ein Speicher vorgesehen,  
10 der auf das in das Membranmodul eingeleitete Salzwasser einwirkt und zur Aufrechterhaltung der Strömung über die Membran zusätzlich Wasser, insbesondere Salzwasser, in das Membranmodul einleitet.

- Bevorzugt ist vorgesehen, dass, beispielsweise im Umschaltmoment bei der bekannten Vorrichtung mit zwei Kolben/Zylinder-Vorrichtungen, ein Druckabfall oder  
15 Strömungsabfall überbrückt wird, um die kontinuierliche Strömung über die Membran aufrechtzuerhalten. Beispielsweise können entsprechende Sensoren zur Messung einer Verringerung der Strömung über die Membran vorgesehen sein.

- Bevorzugt sind erfindungsgemäß zwei gegenphasig arbeitende Kolben/Zylinder-Vorrichtungen vorgesehen, wie sie aus der WO 02/41979 A1 bekannt sind. Der  
20 Speicher bewirkt dann, dass bei Änderung der Bewegungsrichtung der Kolben, also insbesondere im Moment des Stillstandes der Kolben, ein Unterstützungsdruck auf das Salzwasser ausgeübt wird. So wird insbesondere in diesem Umschaltmoment ein eventueller Druckabfall ausgeglichen und die Strömung über die Membran aufrechterhalten.

- 25 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist in Anspruch 3 vorgesehen. Dabei wird der zum Ausleiten des Wassers aus dem Speicher erforderliche Druck erzeugt einerseits aus dem Druck des aus dem Membranmodul ausgeleiteten konzentrierten Salzwassers und zusätzlich aus einem in einem Druckspeicher gespeicherten Druck, wobei der sich insgesamt ergebende Druck natürlich im Bedarfsfall größer  
30 sein muss als der Druck, den das aus der Druckausgleichsvorrichtung ausströmende Salzwasser aufweist.

Eine bevorzugte Ausgestaltung einer Druckunterstützungsvorrichtung ist in Anspruch 6 angegeben. Demnach ist eine Kolben/Zylinder-Vorrichtung vorgesehen, die einen Kolben aufweist, der den Zylinderinnenraum in drei Kammern unterteilt, wobei in eine Eingangskammer das aus der Druckausgleichsvorrichtung ausströmende Salzwasser, in einer Ausgangskammer das aus der Membranvorrichtung ausströmende konzentrierte Salzwasser und in einer Druckkammer ein in einem Druckspeicher gespeichertes Medium, z.B. ebenfalls Wasser oder eine Hydraulikflüssigkeit, unter einem hohen Druck vorhanden ist. Die gewünschte Aufrechterhaltung der Strömung durch Ausleitung von Wasser aus dem Speicher stellt sich dabei vorzugsweise von selbst ein. Es kann aber auch eine entsprechende Steuereinrichtung zur Steuerung der Kolben/Zylinder-Vorrichtung vorgesehen sein, um die gewünschte Druckunterstützung zu bewirken.

Bevorzugte Ausgestaltungen dieser Kolben/Zylinder-Vorrichtung sind in den Ansprüchen 7 und 8 angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Das Blockschaltbild in Fig. 1 zeigt eine Förderpumpe 1 zum Einleiten von Salzwasser 10 in eine Druckausgleichsvorrichtung 2 unter einem ersten Druck  $p_1$ . Aus der Druckausgleichsvorrichtung 2 wird dasselbe Salzwasser 11, das jedoch nun mit einem hohen Arbeitsdruck  $p_2$  beaufschlagt ist, dem Membranmodul 3 zugeleitet. Dort tritt ein Teil des Salzwassers 11 durch die Membran 6, die vorzugsweise als sogenannte „Crossflow“-Membran ausgestaltet ist, hindurch, beispielsweise 25% des Salzwassers 11, wird dabei entsalzt und als entsalztes Wasser 12 abgeleitet. Der restliche Teil des Salzwassers 11, z.B. 75%, kann die Membran 6 nicht durchtreten, sondern strömt entlang der Oberfläche der Membran 6 in die Verbindungsleitung 5, über die es als konzentriertes Salzwasser 13 aus dem Membranmodul 3 ausgeleitet wird. Das konzentrierte Salzwasser 13, das dabei immer noch einen hohen Druck aufweist, der etwa dem Druck  $p_2$  entspricht, aber etwas niedriger ist,



wird dann der Druckausgleichsvorrichtung 2 wieder zugeleitet. Dort wird dieser hohe Druck  $p_2$  in noch näher zu erläuternder Weise dazu ausgenutzt, das in die Druckausgleichsvorrichtung 2 eingeleitete Salzwasser mit Druck zu beaufschlagen und dem Membranmodul 3 an dessen Eingang zuzuleiten. Gleichzeitig wird dieser Druck in der Druckausgleichsvorrichtung dazu genutzt, darin befindliches konzentriertes Salzwasser 14 über die Ableitung 4 endgültig abzuleiten und der Druckausgleichsvorrichtung 2 unkonzentriertes Salzwasser 10 zuzuführen. Alle beschriebenen Vorgänge erfolgen dabei gleichzeitig und kontinuierlich, so dass eine den hohen Arbeitsdruck nachliefernde Hochdruckpumpe nicht erforderlich ist und entsalztes Wasser 12 kontinuierlich zur Verfügung steht.

Wie eingangs beschrieben wurde, ist es insbesondere bei Verwendung einer „Crossflow“-Membran 6 erforderlich, die Strömung des Salzwassers über die Membranoberfläche kontinuierlich und unter gleichmäßig hohem Druck aufrechtzuerhalten, da sich ansonsten Salzmo­leküle an der Membranoberfläche ablagern können, die zu einer Beschädigung der Membran oder einer Betriebsunterbrechung führen können. Aufgrund verschiedener Umstände kann es jedoch vorkommen, dass der Druck  $p_2$  des aus der Druckausgleichsvorrichtung 2 ausgeleiteten Salzwassers kurzzeitig so stark absinkt, dass die Strömung über die Membranoberfläche verringert oder gar unterbrochen würde. Die Entsalzung würde dann zwar immer noch stattfinden; allerdings könnte die Membran beschädigt werden, da das konzentrierte Salzwasser 13 nicht aus dem Membranmodul 3 abfließen kann. Um in einem solchen Fall den Druck  $p_2$  und die Strömung aufrechtzuerhalten, ist deshalb erfindungsgemäß ein Speicher 15 vorgesehen, der in einem solchen Fall zusätzliches Wasser in das Membranmodul 3 leitet und somit gewährleistet, dass der hohe Arbeitsdruck  $p_2$  aufrechterhalten bleibt und die Strömung über die Membranoberfläche nicht verringert wird.

Fig. 2 zeigt eine konkrete Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Diese weist zwei identische Kolben/Zylinder-Vorrichtungen 401, 402 mit zwei sich fluchtend gegenüberliegend angeordneten Zylindern auf, die jeweils eine Eingangskammer 201, 202 zur Aufnahme des Salzwassers und jeweils eine Ausgangskammer 101, 102 zur Aufnahme des konzentrierten Salzwassers 13 aufweisen. Innerhalb der Kolben/Zylinder-Vorrichtungen 401, 402 ist jeweils ein spezieller Kolben 301, 302 angeordnet, der den Kolbeninnenraum in die genannten Kammern unter-

teilt und der im Bild in horizontaler Richtung innerhalb der Kolben/Zylinder-Vorrichtung verfahrbar ist.

Von der Förderpumpe 1 führt jeweils eine Zuleitung mit einem (passiven) Rückschlagventil 7 zu den Eingangskammern 201, 202. Die Rückschlagventile 7 sind dabei derart ausgestaltet, dass sie sich öffnen und einen Durchfluss ermöglichen, wenn der Druck in der Zuleitung größer ist als in den Eingangskammern 201, 202. Vergleichbare Rückschlagventile 8, die jedoch eine andere Durchflussrichtung aufweisen, finden sich in den Zuleitungen von den Eingangskammern 201, 202 zu dem Membranmodul 3.

10 In den Zuleitungen 5 vom Membranmodul 3 zu den Ausgangskammern 101, 102 und in den Ableitungen 4 von den Ausgangskammern 101, 102 sind dagegen aktiv schaltbare Hauptventile V3, V6 bzw. V1, V4 angeordnet, über die der Zufluss des konzentrierten Salzwassers 13 vom Membranmodul 3 bzw. der Abfluss des konzentrierten Salzwassers 14 aus der Druckausgleichsvorrichtung 2 gesteuert werden kann.

Die Kolben 301, 302 sind mittels einer Kolbenstange 30 fest miteinander verbunden. Ritzel 40, die z. B. durch elektrische Getriebemotoren angetrieben werden können und in eine an der Kolbenstange 30 angebrachte Verzahnung eingreifen, können die Kolbenstange 30 und darüber die Kolben 301, 302 antreiben, um Druckverluste auszugleichen.

Die Kolben sind so angeordnet, dass sie gegenphasig arbeiten. Befindet sich also ein Kolben in einer Stellung, in welcher das Volumen der Eingangskammer 202 maximal und das Volumen der Ausgangskammer 102 minimal ist, so befindet sich der andere, über die Kolbenstange 30 verbundene Kolben in einer Stellung, in welcher das Volumen der Eingangskammer 201 minimal und das Volumen der Ausgangskammer 101 maximal ist (vgl. Figur 2).. In dieser Situation ist die Eingangskammer 202 mit Wasser gefüllt und die Ausgangskammer 101 ist mit konzentriertem Salzwasser gefüllt. Die Ventile V1, V3, V4 und V6, die hier als Schalter dargestellt sind, werden so gesteuert, dass nun V3 und V4 geschlossen werden, während V1 und V6 geöffnet werden.

Ein Öffnen eines Ventils bedeutet in diesem Zusammenhang das Herstellen einer Strömungsverbindung, um einen Durchfluss zuzulassen, wozu das Ventil rein mechanisch dazu geöffnet wird. Analog bedeutet das Schließen eines Ventils das Unterbrechen einer Strömungsverbindung, um einen Durchfluss zu unterbinden, wozu rein mechanisch das Ventil dazu geschlossen wird.

Durch das Öffnen des Hauptventils V1 entweicht zunächst der Druck des konzentrierten Salzwassers in der Ausgangskammer 101. Durch das Öffnen des Hauptventils V6 wird die Ausgangskammer 102 mit Druck (beispielsweise ca. 65 bar) beaufschlagt und das konzentrierte Salzwasser strömt in diese Kammer ein. Gleichzeitig wird durch den Druck beaufschlagten Kolben das in der Eingangskammer 202 befindliche Salzwasser zum Membranmodul 3 gepresst.

Da die Kolben so angeordnet sind, dass sie gegenphasig arbeiten, bewirkt das Einleiten des (mit beispielsweise 65 bar) Druck beaufschlagten Konzentrats in die Ausgangskammer 102 durch die Kolbenstange 30 eine Bewegung des anderen Kolbens 301, der dadurch die drucklose Ausgangskammer 101 leert. Gleichzeitig entsteht in der Eingangskammer 201 ein Unterdruck, der Salzwasser ansaugt und diese Kammer füllt.

Ist die Ausgangskammer 102 gefüllt, werden die Hauptventile entsprechend gesteuert und der entgegengesetzte Vorgang läuft ab.

Da das Membranmodul bevorzugt mit ca. 70 bar betrieben wird, um eine ausreichend hohe Süßwassererzeugung zu verwirklichen, und maximal ca. 5-10 bar als Druckverlust an der Membran auftreten, stehen am Konzentratabfluss 5 des Membranmoduls 3 mindestens noch die oben genannten ca. 65 bar Druck des konzentrierten Salzwassers zur Verfügung.

Um die Strömung des Wassers entlang der Membranoberfläche der Membran 6 während der Umschaltung der Bewegungsrichtung der Kolben 301, 302, insbesondere im Moment des Stillstands der Kolben 301, 302, aufrechtzuerhalten, ist erfindungsgemäß eine zusätzliche Kolben/Zylinder-Vorrichtung 403, nachfolgend als Kolbenspeicher bezeichnet, vorgesehen. Dieser weist drei Kammern auf, nämlich eine Speisewasserkammer (Eingangskammer) 203, die mit der Zuführungsleitung für das eingespeiste Salzwasser 11 verbunden ist, eine mit der Konzentratleitung 5 verbundene Konzen-



tratkammer (Ausgangskammer) 103 und eine Druckkammer 503. Die Druckkammer 503 ist dabei einerseits über ein aktives Ventil V7 mit der Zuleitung 11 verbunden und andererseits direkt mit einem Druckspeicher 20, bevorzugt einem Blasenspeicher. Während des Betriebs ist das Ventil V7 stets geschlossen, es dient lediglich dazu, den aus der Druckkammer 503 und dem Druckspeicher 20 bestehenden Kreis nach einer Betriebsunterbrechung wieder mit der Druckflüssigkeit, z.B. einer Hydraulikflüssigkeit, auffüllen zu können und den erforderlichen hohen Druck in dem Druckspeicher 20 wieder herzustellen.

Wenn die wirksame Kolbenfläche des Kolbens 303 in der Konzentratkammer 103 etwa drei Viertel der Kolbenfläche in der Speisewasserkammer 203 beträgt und die Kolbenoberfläche in der Druckkammer 503 etwa ein Viertel dieser Fläche beträgt, ergeben sich folgende Druckverteilungen. Die Speisewasserkammer 203 wird im Betrieb mit etwa 70 bar beaufschlagt. Daraus ergeben sich in dem Kreis aus Druckkammer 104 und Druckspeicher 20 bis zu 280 bar. Diese werden jedoch im Betrieb nicht erreicht. Der Betriebsdruck in diesem Bereich liegt bei etwa 200 bis 210 bar.

Im Umschaltmoment der Bewegungsrichtung der Kolben 301, 302 wirkt von der Speisewasserkammer 203 ein Druck von etwa 70 bar auf den Kolben 303. Der Druck in dem Speicher 20 betrage lediglich 160 bar. Dann wirkt von hier aus wegen der kleineren Kolbenfläche in der Druckkammer 503 ein Druck von etwa  $160/4$ , also etwa 40 bar. Der Druck im Konzentratkreis, also der Druck des aus dem Membranmodul 3 ausgeleiteten konzentrierten Salzwassers 13 betrage etwa 68 bar. Dieser Druck wirkt auf eine Fläche, die drei Viertel der Kolbenoberfläche umfasst. Folglich wirkt hier ein Druck von etwa 51 bar. Diese beiden Drücke wirken in der gleichen Richtung und addieren sich somit zu insgesamt etwa 91 bar. Diesem resultierenden Druck wirken lediglich die etwa 70 bar in der Speisewasserkammer 203 entgegen. Somit ist ein ausreichend hoher Druck vorhanden, um den Kolben 303, in der dargestellten Lage abwärts, zu pressen und somit die Strömung über die Membran 6 aufrechtzuerhalten.

Selbst wenn für den Konzentratkreis nur ein Druck von etwa 60 bar zugrunde gelegt wird, ergibt sich daraus immer noch ein Anteil von 45 bar in der Konzentratkammer 103. Auch wenn der Druck in dem Druckspeicher 20 lediglich 120 bar beträgt, resultieren hieraus weitere 30 bar, so dass sich immer noch ein Gesamtdruck von 75 bar ergibt, der eine Aufrechterhaltung der Strömung über die Membran 6 erlaubt.

Der Kolbenspeicher 403 kann so gesteuert werden, dass nur im Falle eines Druckabfalls in der Verbindungsleitung zwischen den Eingangskammern 201, 202 und dem Membranmodul 3 bzw. einer Verringerung der Strömung über der Membran 6 ein zusätzlicher Druck auf die genannte Verbindungsleitung ausgeübt wird. Dazu können  
5 beispielsweise geeignete Sensoren vorgesehen werden, die einen solchen Druckabfall bzw. eine Strömungsverringerung feststellen und die entsprechende Drucksteuerung auslösen. Weiter können dazu geeignet gesteuerte Ventile in der Konzentratleitung 5 zwischen dem Membranmodul 3 und der Kolben/Zylinder-Vorrichtung 403 vorgesehen sein, die im Bedarfsfall geöffnet werden, um durch Einleitung eines Drucks in  
10 die Konzentratkammer 103 die beschriebene Bewegung des Kolbens 303 nach unten zu bewirken. Wenn eine solche Druckunterstützung dagegen nicht benötigt wird, kann ein solches Ventil auch wieder geschlossen werden, so dass aufgrund des größeren Drucks in der Speisewasserkammer 203 gegenüber der Druckkammer 503 der Kolben 303 wieder nach oben bewegt wird und dort quasi in Bereitschaftshaltung verbleibt.  
15

Bei dem erfindungsgemäßen Kolbenspeicher 403 kann eine solche Steuerung jedoch entfallen, da sie die genannten Druckverhältnisse automatisch im Betrieb einstellen kann und die gewünschte Wirkung durch gesonderte Steuerung erzielt wird. Einerseits  
20 kann dann Speisewasser aus der Kammer 203 und andererseits Konzentrat aus dem Membranmodul 3 in die Kammer 103 fließen, so dass die Strömung über die Membran 6 aufrecht erhalten bleibt.

Darüber hinaus können zusätzlich auch Neben- oder Bypass-Ventile parallel zu den beschriebenen Hauptventilen V1, V3, V4, V6 vorgesehen sein, um die Belastung der Hauptventile zu verringern und damit deren Lebensdauer zu erhöhen. Außerdem  
25 können auch ein oder mehrere Durchflussmengenbegrenzer vorgesehen sein, die einen abrupten Druckausgleich verhindern sollen, indem sie die maximale Durchflussmenge begrenzen und somit zu einem allmählichen Druckausgleich und zu langsamen Druckänderungen anstelle schlagartiger Druckschwankungen beitragen. Derartige und weitere Elemente sind in der bereits genannten WO 02/41979 A1 gezeigt und erläutert, auf die hiermit ausdrücklich verwiesen und deren Beschreibung als  
30 hiermit eingeschlossen gelten soll. Auch die grundsätzliche Betriebsweise einer derartigen Vorrichtung mit zwei Kolben/Zylinder-Vorrichtungen ist dort eingehend erläutert, worauf ebenfalls verwiesen sei.  
35

Die Erfindung kann darüber hinaus auch bei anders ausgestalteten Vorrichtungen zum Entsalzen von Wasser durch Umkehrosmose eingesetzt werden, die beispielsweise statt der gezeigten zwei Kolben/Zylinder-Vorrichtungen eine andere Anzahl derartiger Vorrichtungen, z.B. eine oder drei Kolben/Zylinder-Vorrichtungen aufweist.

- 5 Diese können grundsätzlich auch anders ausgestaltet sein. Auch die in Fig. 2 gezeigte Ausgestaltung des Speichers in Form einer Kolben/Zylinder-Vorrichtung mit drei Kammern ist nicht zwingend erforderlich, sondern kann grundsätzlich auch anders aussehen.

### Ansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen Entsalzen von Wasser durch Umkehrosmose, insbesondere zum Entsalzen von Meerwasser, wobei
  - Salzwasser (10) unter einem ersten Druck (p1) mittels einer Förderpumpe (1) in  
5 eine Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleitet wird,
  - Salzwasser (11) von der Druckausgleichsvorrichtung (2) mit einem zweiten, erhöhten Druck (p2) kontinuierlich in ein Membranmodul (3) eingeleitet und dort mittels einer Membran (6) in entsalztes Wasser (12) und konzentriertes Salzwasser (13) getrennt wird,
  - 10 - das aus dem Membranmodul (3) ausgeleitete konzentrierte Salzwasser (13) unter etwa dem zweiten Druck (p2) kontinuierlich in die Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleitet und dort zur Beaufschlagung des in die Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleiteten Salzwassers (10) mit etwa dem zweiten Druck (p2) und zur Einleitung des Salzwassers (11) in das Membranmodul (3) benutzt wird,
  - 15 dadurch gekennzeichnet, dass eine kontinuierliche Strömung des in das Membranmodul (3) eingeleiteten Salzwassers (11) über die Membranoberfläche der Membran (6) mittels aus einem Speicher (15; 403, 20) ausgeleitetem Salzwasser aufrechterhalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
20 dadurch gekennzeichnet, dass die Druckausgleichsvorrichtung (2) zwei gegenphasig arbeitende Kolben/Zylinder-Vorrichtungen (401, 402) mit jeweils einem Kolben (301, 302) aufweist und dass der Speicher (15; 403; 20) bei Änderung der Bewegungsrichtung der Kolben (301, 302) Wasser aus dem Speicher (15; 403; 20) in das Membranmodul (3) leitet.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Druck zum Ausleiten des Wassers aus dem Speicher (15; 403; 20) durch Kombination des in etwa zweiten Drucks (p2) des aus dem Membranmodul (3) ausgeleiteten konzentrierten Salzwassers (13) und eines Unterstützungsdrucks aus einem Druckspeicher (20) erzeugt wird.
- 30 4. Vorrichtung zum kontinuierlichen Entsalzen von Wasser durch Umkehrosmose, insbesondere zum Entsalzen von Meerwasser, mit

- einer Förderpumpe (1) zum Einleiten von Salzwasser (10) unter einem ersten Druck ( $p_1$ ) in eine Druckausgleichsvorrichtung (2),
- einem Membranmodul (3) zum Trennen von eingeleitetem Salzwasser (11) in entsalztes Wasser (12) und konzentriertes Salzwasser (13), und
- 5 - einer Druckausgleichsvorrichtung (2) zum kontinuierlichen Zuführen des Salzwasser (11) unter einem zweiten, erhöhten Druck ( $p_2$ ) in das Membranmodul (3) und zum Abführen des konzentrierten Salzwassers (13),  
gekennzeichnet durch einen Speicher (15; 403, 20) zur Aufrechterhaltung einer kontinuierlichen Strömung des in das Membranmodul (3) eingeleiteten Salzwassers  
10 (11) über die Membranoberfläche der Membran (6) durch Ausleiten von Wasser aus dem Speicher (15; 403; 20) in das Membranmodul (3).

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Druckausgleichsvorrichtung (2) zwei gegenphasig arbeitende Kolben/Zylinder-Vorrichtungen (401, 402) mit jeweils einem Kolben  
15 (301, 302) aufweist und dass der Speicher (15; 403; 20) bei Änderung der Bewegungsrichtung der Kolben (301, 302) Wasser aus dem Speicher (15; 403; 20) in das Membranmodul (3) leitet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Speicher (15; 403; 20) einen Kolbenspeicher  
20 (403) mit einem Kolben (303) aufweist, wobei an der Kolbenvorderseite eine mit dem Salzwasserausgang der Druckausgleichsvorrichtung (2) und dem Salzwasser-  
eingang des Membranmoduls (3) verbundene Eingangskammer (203) und an der Kolbenrückseite eine mit dem Ausgang des konzentrierten Salzwassers (13) des  
Membranmoduls (3) verbundene Ausgangskammer (103) sowie eine mit einem  
25 Druckspeicher (20) verbundene Druckkammer (503) aufweist, und dass die Flächenverhältnisse der Kolbenrückseite und der Druck des Druckspeichers (20) derart  
eingestellt sind, dass zu vorgegebenen Zeitpunkten ein Druck in der Eingangskammer (203) erzeugt wird, welcher größer ist als der zweite Druck ( $p_2$ ) des aus der  
Druckausgleichsvorrichtung (2) ausgeleiteten Salzwassers (11).

30 7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (303) derart ausgestaltet ist, dass der in der Druckkammer (503) herrschende Druck auf etwa ein Viertel der Fläche der Kol-



benrückseite und der in der Ausgangskammer (103) herrschende Druck in etwa auf drei Viertel der Fläche der Kolbenrückseite einwirken kann.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Druckspeicher (20) einen Druck aufweist, der  
5 mindestens das Doppelte des zweiten Drucks ( $p_2$ ) beträgt.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Entsalzen von Wasser durch Umkehrosmose, insbesondere zum Entsalzen von Meerwasser, wobei

- 5     -     Salzwasser (10) unter einem ersten Druck ( $p_1$ ) mittels einer Förderpumpe (1) in eine Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleitet wird,
- Salzwasser (11) von der Druckausgleichsvorrichtung (2) mit einem zweiten, erhöhten Druck ( $p_2$ ) kontinuierlich in ein Membranmodul (3) eingeleitet und dort mittels einer Membran (6) in entsalztes Wasser (12) und konzentriertes Salzwasser (13)
- 10    getrennt wird,
- das aus dem Membranmodul (3) ausgeleitete konzentrierte Salzwasser (13) unter etwa dem zweiten Druck ( $p_2$ ) kontinuierlich in die Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleitet und dort zur Beaufschlagung des in die Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleiteten Salzwassers (10) mit etwa dem zweiten Druck ( $p_2$ ) und zur Einleitung
- 15    des Salzwassers (11) in das Membranmodul (3) benutzt wird. Um Störungen des Betriebs und möglicherweise Beschädigungen der Membran (6) aufgrund verringerter Strömung über die Membranoberfläche zu vermeiden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine kontinuierliche Strömung des in das Membranmodul (3) eingeleiteten Salzwassers (11) über die Membranoberfläche der Membran (6) mittels aus einem
- 20    Speicher (15; 403; 20) ausgeleitetem Wassers aufrechterhalten wird.

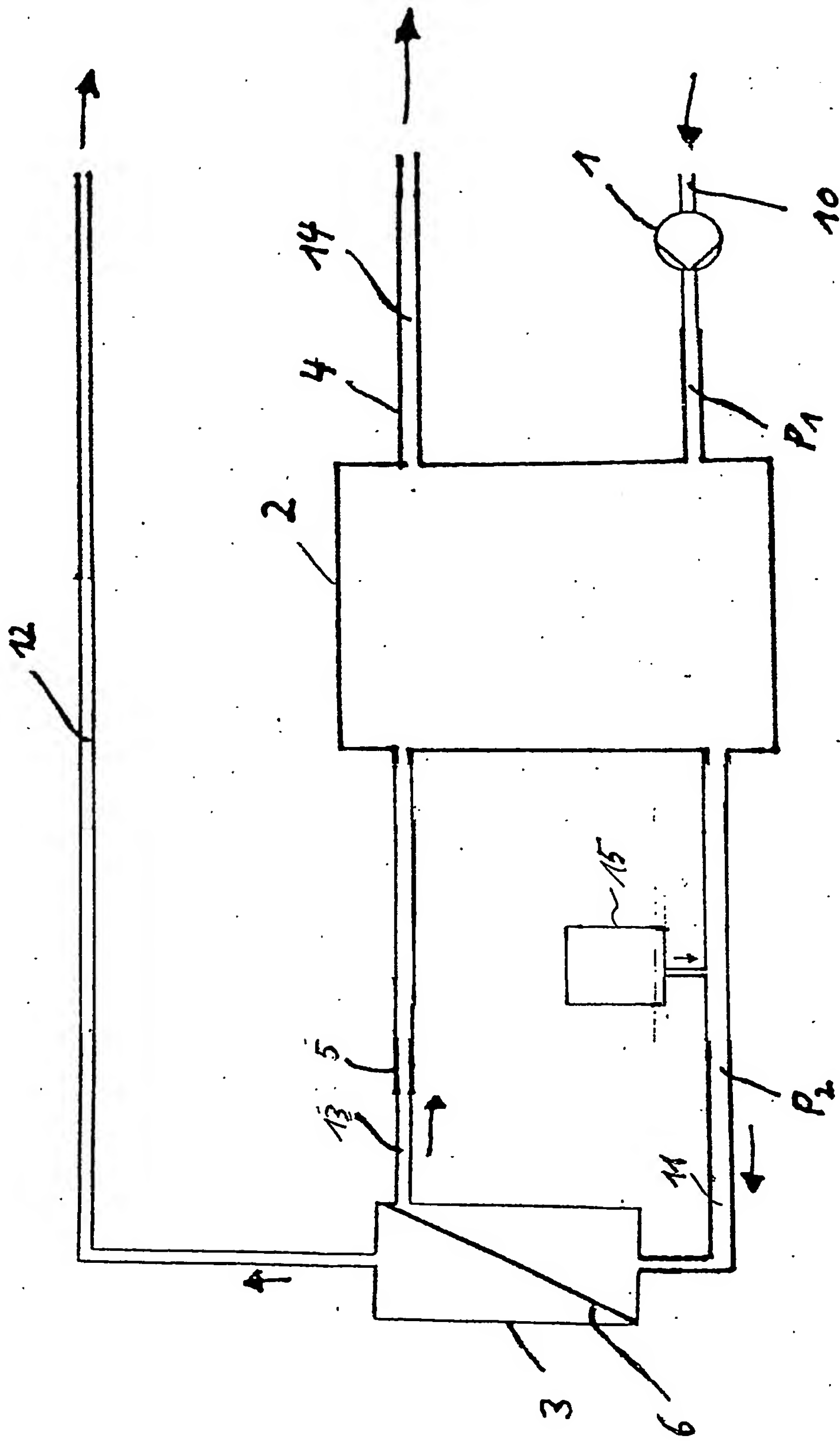


Fig. 1

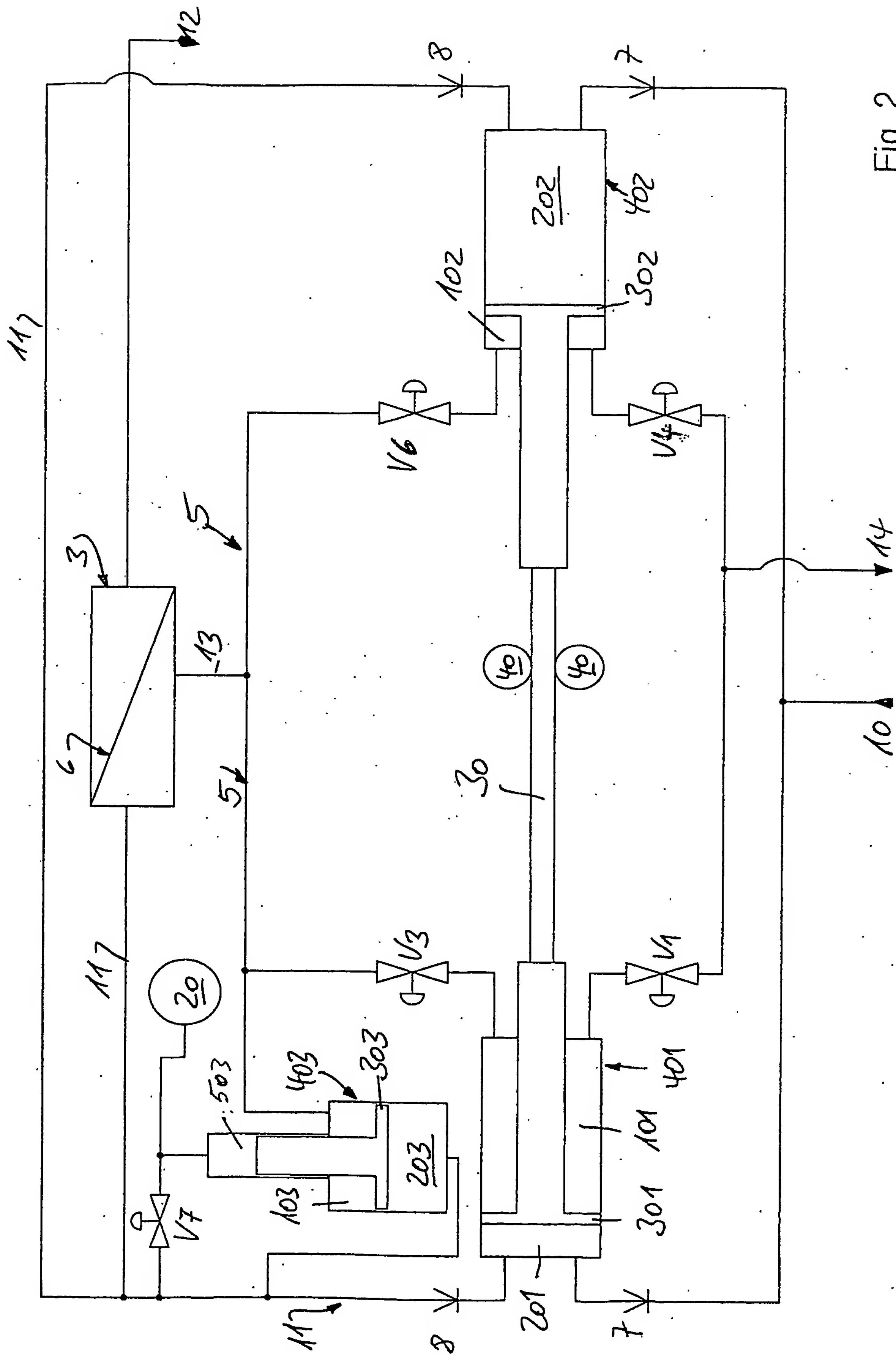


Fig. 2